

Kortlægning af potentielle lokaliteter for etablering af ICOS flux station i Dansk løvskov

Boegh, Eva

Publication date:
2009

Document Version
Peer-review version

Citation for published version (APA):
Boegh, E. (2009). *Kortlægning af potentielle lokaliteter for etablering af ICOS flux station i Dansk løvskov.*

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact rucforsk@kb.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Kortlægning af potentielle lokaliteter for etablering af **ICOS Flux station** i Dansk løvskov

Eva Bøgh

ENSPAC, Roskilde Universitet

Oktober 2009

Indhold

Introduktion	3
Valg af løvskov	3
Datakilder	4
Metode	5
Kortlægning af potentielle bøgeskov lokaliteter	5
Kortlægning af potentielle løvskov lokaliteter	6
Kortlægning af blandet løvskov-nåleskov lokaliteter	6
Resultater	7
Skovarealer i Danmark	7
Statens bøgeskove	8
Danske løvskove	12
Blandet skov	15
Opsamling	18
Terræn	18
Bøgeskov	18
Løvskov	18
Blandet løvskov/nåleskov	18
Appendix A	20

Introduktion

Formålet med denne rapport er at beskrive fremgangsmåde og resultater i forbindelse med analyse og kortlægning af potentielle lokaliteter for etablering af en ICOS meteorologisk flux mast i en dansk løvskov. Kriterier for identifikation af egnede flux mast lokaliteter er tidligere beskrevet som (Dellwik & Bøgh, 2008)¹:

- 1) Landskabet omkring flux masten må ikke være præget af store topografiske variationer. Optimalt skal landskabet være fladt.
- 2) Området omkring flux masten skal være homogent repræsenteret af et enkelt økosystem i et tilstrækkelig stort område.
- 3) Der må ikke være planlagt ændringer i arealanvendelsen inden for de kommende 25 år for området.
- 4) Økosystemet skal have en stor udbredelse i Danmark, eller have en særlig attraktiv og/eller bevaringsmæssig status.
- 5) Anvendelsen af eksisterende danske flux master som fremtidig ICOS flux mast vil være attraktiv i så fald at kriterier 1-4 er opfyldt, da de vil kunne bidrage med data tidsserier der strækker sig flere år tilbage i tiden.

Denne rapport beskriver identifikation og kortlægning af potentielt egnede lokaliteter til opsætning af atmosfærisk flux mast med henblik på at måle udvekslingen af CO₂ og andre drivhusgasser mellem en dansk løvskov og atmosfæren. For endelig vurdering af lokaliteternes egnethed kræves yderligere analyser af områdernes heterogenitet i ft lokale vejrforhold (dominerende vinde).

Valg af løvskov

Løvskov som fx eg og bøg hører naturligt til i det danske landskab, og i de senere år har man gjort meget for at sikre arealet med løvtræer pga den store biologiske mangfoldighed der er knyttet til disse. I perioden 1990- 2000 voksede løvtræs-arealet således med 31.000 ha og nåletræs-arealet med 26.000 ha (<http://www.skovognatur.dk/Skov/Fakta/Tal/Traeer/>). På trods heraf dækker løvskovene idag alligevel kun 43 % af det samlede danske skovareal i Danmark, og den mest udbredte træart er rødgran. Dette skyldes at der gennem de sidste 200-

¹ Dellwik, E. and Bøgh, E. (2008). Identification of localities for trace gas concentration and flux measurement stations. Status report for 2008 and plan for 2009. Internal report. Wind Energy Dept., Risø-DTU.

300 år er blevet indført flere af de mere hårdføre nåletræsarter i Danmark, særligt til udplantning på den sandede vestjyske hedeslette.

Undersøgelsen af hvorvidt der findes potentielt egnede løvskovslokaliteter i Danmark til at etablere en ICOS mast, komplementerer valg i Sverige/Finland hvor man ønsker etablering af en ICOS flux mast i nåleskov. Da bøgen er noget der generelt opfattes som typisk dansk, og dermed har særlig bevaringsmæssig betydning i Danmark, indeholder rapporten en separat analyse og kortlægning af potentielt egnede bøgeskove med henblik på etablering af en ICOS flux mast i Danmark. De danske bøgeskove ligger i øjeblikket på bøgens nordlige grænse, men hvis klimaet bliver varmere, vil de danske skove fremover ligge i bøgens vækstcentrum.

Datakilder

I forbindelse med analyse og kortlægning af egnede lokaliteter er flg. datakilder anvendt:

- 1) Arealanvendelseskort (land cover) fra Arealinformationssystemet 2000, Danmarks MiljøUndersøgelser (http://www.dmu.dk/Udgivelser/Kort_og_Geodata/AIS/). Rumlig opløsning er 25 m. Der er anvendt kortproduktet Land Cover Plus (LCP). LCP kortet indeholder skovklasser som løvskov og nåleskov. Datasættet blev produceret for ca. 10 år siden på basis af landsdækkende satellitbaseret klassifikation og repræsenterer arealanvendelsen i 1992-97. AIS LCP data er derfor egnet til at vurdere tilstedeværelsen af veletableret skove, men uegnet til at identificere de nyere skove der er blevet plantet siden 1990-1995.
- 2) Skov & NaturStyrelsens kort over statsskove i Danmark (<http://skovkort.sns.dk/Default.asp>). Disse kort indeholder blandt andet årligt opdaterede oplysninger om træarter og alder for alle statsskove (tidspunkt for skovplantning).
- 3) Danmarks nye digitale højdemodel (DHM) der er baseret på en landsdækkende luftbåren laserscanning af Danmark foretaget af COWI-Consult i 2006-2007 (<http://www.kms.dk/Referencenet/dhm/>) og efterfølgende opkøbt af Kort & MatrikelStyrelsen. Det digitale kort er leveret i 1.6 m kvadratnet og indeholder højdedata med en ækvidistance på 0.5 m.
- 4) Orthofotos fra 2008, Kort og MatrikelStyrelsen. Da træernes alder ikke kendes for de private skove, kan disse flyfotos bruges til at vurdere om skovene er nyplantede eller veletablerede.
- 5) Topografiske oversigtskort fra Kort og MatrikelStyrelsen.

Metode

Dette afsnit beskriver hvorledes der er identificeret løvskov-arealer med tilstrækkeligt stort arealdække til at muliggøre opfyldelse af flux målingers krav om "frit stræk". Der foretages 2 sæt separate analyser under antagelse af at flux målingernes krav om "frit stræk" er opfyldt ved hhv. 750 m og 1000 m. Disse kriterier er baseret på erfaringer fra en eksisterende flux mast i Lille Bøgeskov, Sorø. Den potentielle egnethed af de identificerede skove vurderes yderligere ud fra en topografisk analyse af terræn variationer.

Der udarbejdes separate analyser for hhv 1) bøgeskov, 2) løvskov og 3) blandet løvskov-nåleskov. Af de identificerede store "blandende skove", udvælges skove med dominerende løvskovsdække til yderligere analyse af potentiel egnethed.

Det blev vurderet at det vil være en fordel at have en mast etableret i en statsejet skov, da det forekommer mere realistisk at lave langtidsrækkende aftaler (> 25 år) med staten end med private skovejere. Derfor er der i kortlægningen skelnet mellem statsskove og alle skove i Danmark.

Kortlægning af potentielle bøgeskov lokaliteter

1. Et skovkort visende alle statens bøgeskov etableres ud fra Skov & Naturstyrelsens kort. Kortet konverteres fra vektor til raster format med 25 m grid.
2. Udbredelsen af bøgeskov indenfor en radius af 1000 m beregnes for samtlige bøgeskovs grid i Danmark v.hj.a en neighbourhood analyse. Beregningen foretages i praksis ved at give alle bøgeskovs-grid værdien 1, samt efterfølgende beregne summen af bøgeskovsgrid indenfor en cirkel med en radius af 1000 m. Beregningen foretages for alle bøgeskovs-grid. Herefter beregnes den procentvise dækning af bøgeskov indenfor alle cirkler.
3. Den samme analyse gentages, men med et mindre restriktivt krav til "frit stræk" for flux målingerne. Til denne analyse bruges en radius på 750 m.
4. Der foretages topografiske analyser af alle bøgeskove med > 90 % arealdække indenfor en radius af hhv 1000 og 750 m. Indenfor disse arealer beregnes middelværdi og standardafvigelse (SD) af højdedata med henblik på at identificere skovarealer med fladt terræn. Analysen foretages inden for et cirkulært areal med centrum i de identificerede områder og en radius på 1000 m ved hjælp af ArcGIS's buffer funktion.

Kortlægning af potentielle løvskov lokaliteter

1. Et skovkort visende veletableret løvskov i Danmark etableres ud fra AIS LCP arealanvendelseskortet. Data repræsenteres i rasterformat med 25 m grids. Den procentvise dækning af løvskov i en radius af 1000 m omkring hver enkelt løvskovsgrid beregnes og kortlægges på samme måde som beskrevet i sektion 4.1. Da AIS kortet repræsenterer arealanvendelsen i 1992-1997, præsenteres orthofotos fra 2008 til at verificere den nutidige eksistens og omfang af de identificerede skovarealer.
2. Den procentvise dækning af løvskov i en radius af 750 m omkring hvert enkelt løvskovsgrid beregnes og kortlægges ligeledes. Orthofotos fra 2008 er anvendt til at bekræfte den nutidige tilstedeværelse og omfang af de identificerede skovarealer.
3. Dernæst foretages terræn analyser for de identificerede skovregioner ved at beregne middel højde samt standardafvigelse af højdedata for de identificerede områder med en buffer radius på 1000 m.

Kortlægning af blandet løvskov-nåleskov lokaliteter

AIS kortet blev anvendt til at identificere store blandede skove ud fra samme kriterier som beskrevet ovenfor. Blandede skove med dominans af løvskovsarealer blev herefter identificeret, og der blev foretaget beregninger af middel højde og standard afvigelse for disse områder (1000 m buffer radius).

Alle analyser foretages i ArcGIS.

Resultater

Skovarealer i Danmark

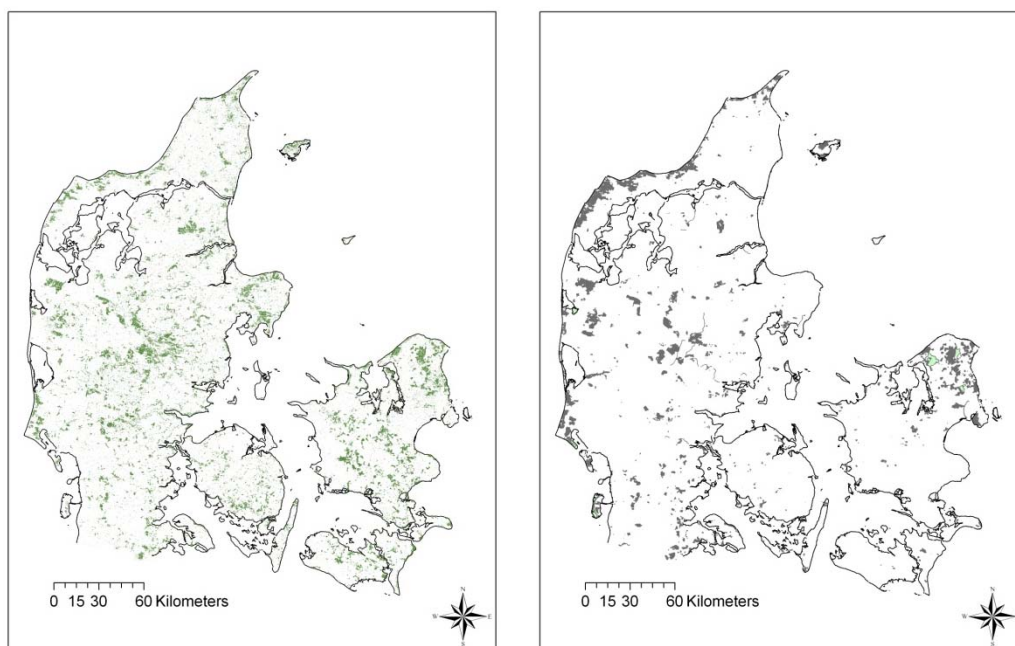
I Danmark er der officielt 5354 km² skov svarende til 12.4 % af det danske areal. Løvtræer dækker 43 % af det danske skovareal. Rødgran er i dag den mest almindelige træart i Danmark - den gror på 19 % af skovarealet. I år 2000 udgjorde det samlede skovareal i Danmark 11 %, og der finder således en stadig udvidelse sted af skovarealet. I perioden 1990-2000 voksede løvtræsarealet med 3,1 km² per år og nåleskovsarealet med 2.6 km² pr år. Bøgetræsarealet blev udvidet med 8 km² i denne periode (Miljøministeriet, 2007)². Staten ejer ca halvdelen af de danske skove (56 % i år 2000).

	Areal	Arealdække (%)
Løvskov i Danmark (AIS_LCP)	1896 km ²	4.5 %
Nåleskov i Danmark (AIS_LCP)	2293 km ²	5.5 %
Bøgeskov i Danmark (AIS_LCM)	490 km ²	1.1 %
Statens bøgeskove (SNS)	186 km ²	0.4 %

Tabel 1. Skovarealer i Danmark baseret på tilgængelige kortdata. Kilde: AIS, samt Skov og Naturstyrelsen (SNS).

Danmarks skove og statens skovarealer ses i Figur 1.

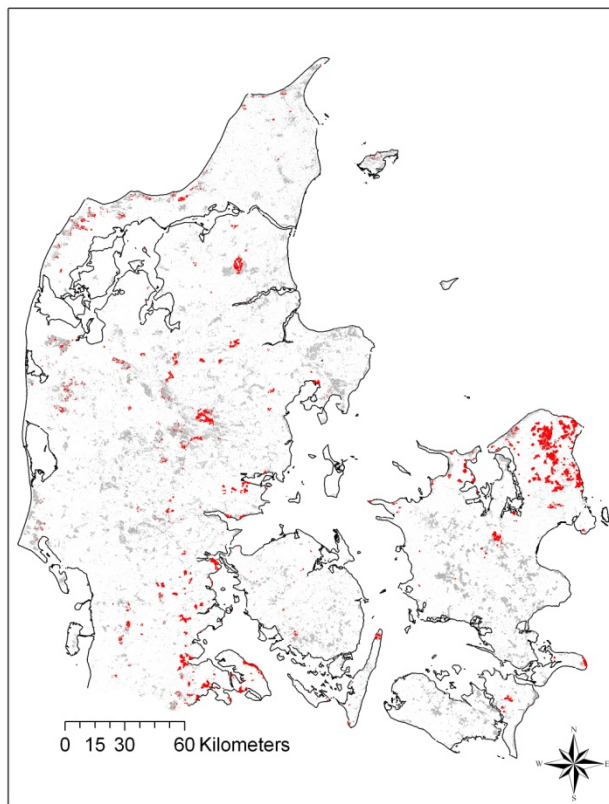
² Miljøministeriet (2007). Skov og Natur i tal 2007. Skov- og Naturstyrelsen. ISBN 978-87-7279-762-5. 32 sider.



Figur 1. Alle skovarealer i Danmark (tv) og alle statsskove i Danmark (th). Kilder: AIS, DMU-Århus Univ. (tv), Skov og NaturStyrelsen (th).

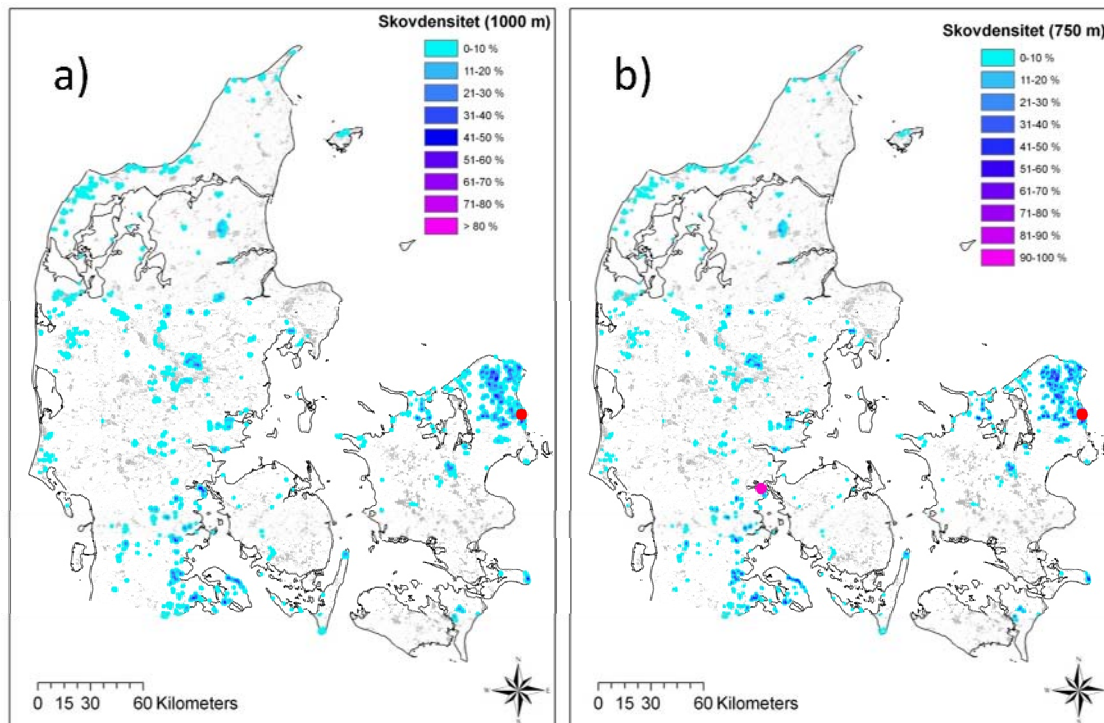
Statens bøgeskove

Statens bøgeskove ses i Figur 2. De største bøgeskove ligger i Nord-Sjælland, fx Jægersborg Hegn og den nordlige del af Jægersborg Dyrehave, Teglstrup Hegn v. Kronborg, Helsingør samt i Vestskoven (København) hvor et samlet areal på 14 ha blev tilplantet med bøg i 1973. Andre store bøgeskove findes i Bolderslev skov ved Åbenrå (spredt bøgeskov), i Rebild Bakker (ialt 62 ha), Hald skov i Klosterhede Plantage (et større areal på 15 ha bøgeskov blev anlagt i år 2000) samt den nordlige del af Stråsø plantage (15 ha i 1944, plus mindre bøgeskove arealer) som ligger i Ulborg distrikt.

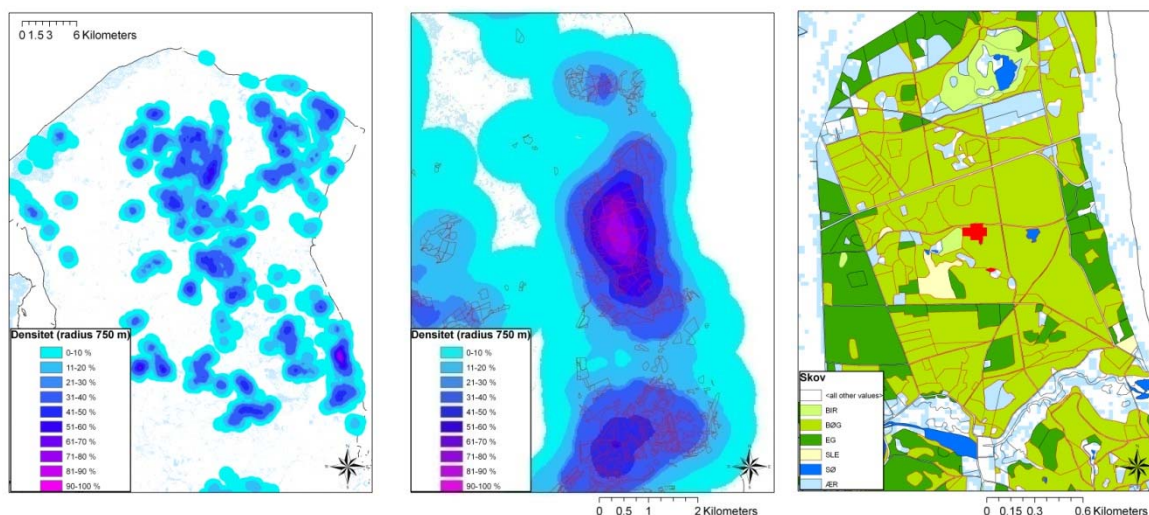


Figur 2. Statens bøgeskove (rødt) og øvrige skovarealer i Danmark (gråt).

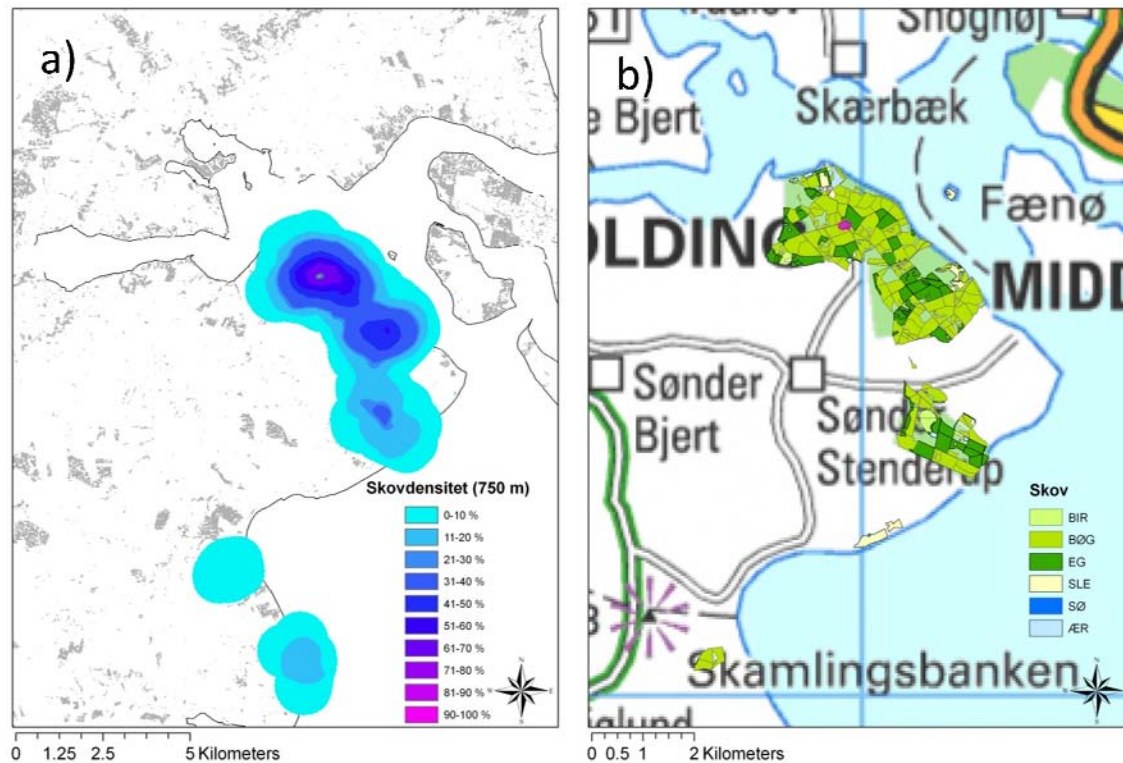
Fig. 3 viser resultater fra en neighbourhood-analyse hvor bøgeskovs densiteten er beregnet og kortlagt for hele Danmark (kun statens skove). Skovdensiteten er beregnet i en radius af hhv 1000 m og 750 m med centrum i hver 25 m skovgrid. Det er ikke let visuelt at se forskelle på beregningerne for hele Danmark, men det viser sig generelt at statens bøgeskovs-arealer langt fra kan opfylde fluxmålingernes krav om frit stræk på 750-1000 m i alle retninger. Ingen af statens skovarealer har over 70 % tæthed af bøgetræer indenfor en radius af 1000 m, men der er et par enkelte steder i Jægersborg Hegn findes bøgetræer på 75 % af arealet indenfor en radius af 750 m radius (Fig. 3b og Fig. 4). I Bolderslev skov v. Kolding findes en statsbøgeskov med 70-75 % dække indenfor en radius af 750 m (Fig. 3b og Fig. 5).



Figur 3. Neighbourhood analyser af bøgeskovsdensitet indenfor en radius af a) 1000 m og b) 750 m fra alle bøgeskovsgrids (kun statens bøgeskove). a) Rødt indikerer bøgeskov med > 60 % densitet (radius 1000 m). b) Rødt indikerer bøgeskov med > 75 % densitet (radius 750 m), og pink viser bøgeskov med 70-75 % densitet (radius 750 m).



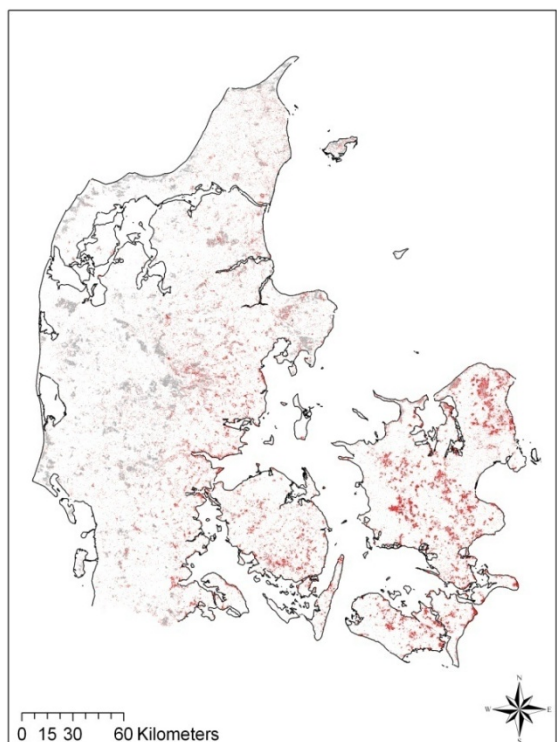
Figur 4. Skovdensitet (750 m) i N.Sjælland (tv) og i Jægersborg Hegn (midt), samt træarter i Jægersborg Hegn (th). De røde gridpunkter i kortet th viser lokaliteter der er omgivet af max (75-80 %) bøgeskovsdensitet indenfor en radius af 750 m fra det enkelte gridpunkt.



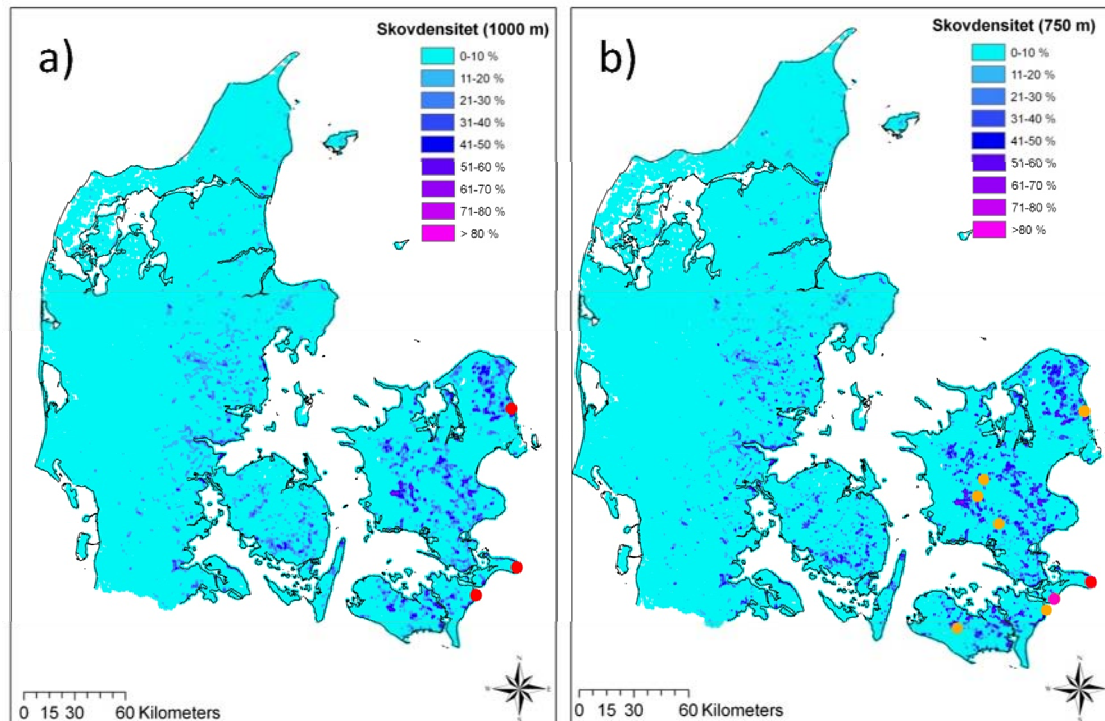
Figur 5. a) Resultat af neighbourhood analyse af skovdensitet (750 m), Bolderslev skov v. Kolding. Alle andre skove i omegnen ses i gråt. b) Træarter i Bolderslev skov. Lokalitet for max (70-75 %) bøgetræsdensitet indenfor 750 m radius er angivet med pink.

Danske løvskove

Generelt findes de danske løvskove i Øst-Danmark, særligt på Sjælland, Lolland, Møn og Falster (Fig. 6). Resultater fra neighbourhood analyser for alle løvskovsgrids indenfor en radius af hhv 1000 m og 750 m er vist i Fig. 7. De 3 største skove er Jægerspris Hegn (delvis statsskov), Klinteskov på Møns Klint (delvis statsskov) samt en privatejet skov på det sydlige Møn (Fanefjord skov). Ingen af skovene har > 80 % løvskovsdække indenfor en radius af 1000 m, men alle 3 skove har > 80 % løvskovsdække indenfor en radius af 750 m. De største løvskovsdensiteter findes i skovene på Møn (> 85 %, 750 m) med max densitet i Klinteskov (89 %, 750 m). De potentielt bedst egnede lokaliteter til opsætning af en mast i Klinteskov ligger i den statsejede del af skoven (Fig. 8). Alle 3 skove ligger dog tæt på kysten hvor man kan forvente et mere kuperet terræn (se senere analyse). Ved lempelse af kravet om løvskovsdække til at være 80-85 % indenfor en radius af 750 m, finder man yderligere 3 potentielle skovlokaliteter på Sjælland og 2 potentielt egnede skovlokaliteter på Lolland (Fig. 7b).

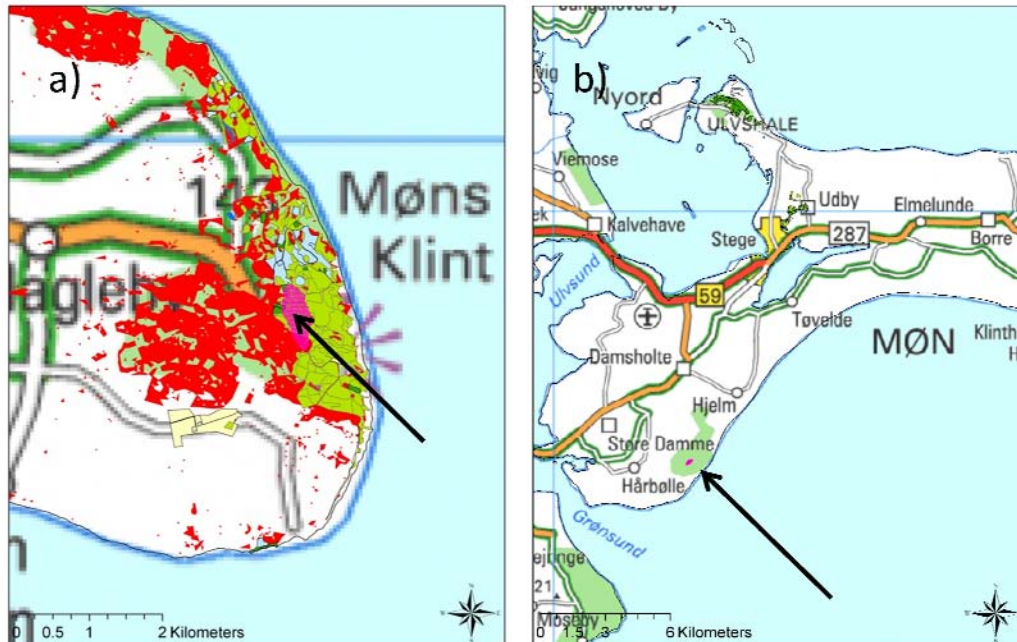


Figur 6. Danske løvskove (rødt). Andre skove (nåleskove) er indikeret med gråt. Kilde: AIS, DMU - Århus Universitet.

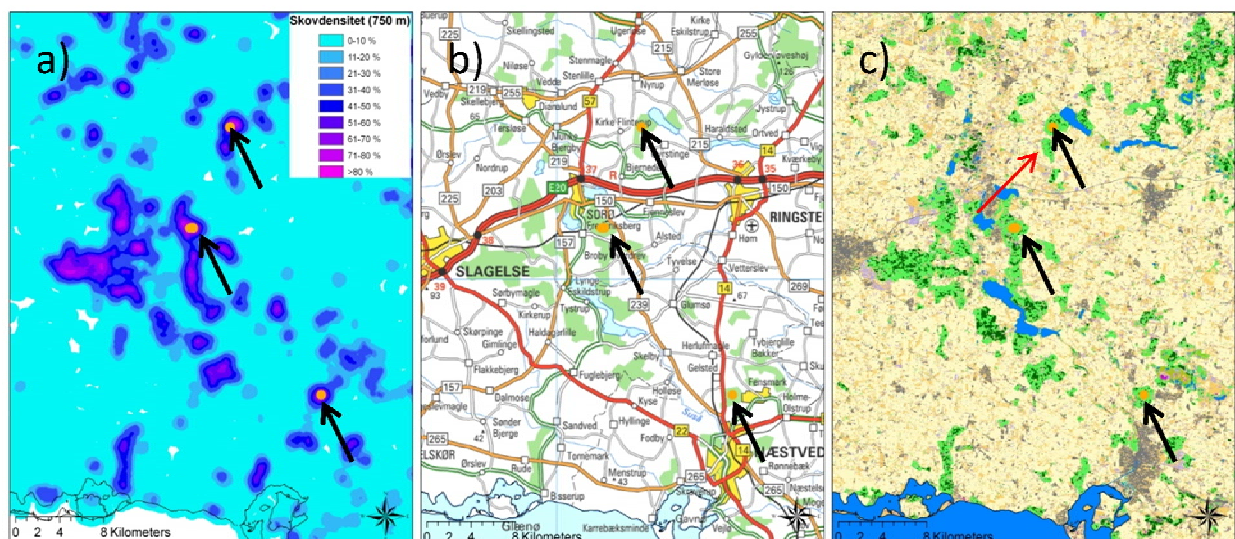


Figur 7. Neighbourhood analyse af løvskovdensitet inden for en radius af a) 1000 m og b) 750 m. a) Rødt indikerer lokaliteter med > 70 % løvskov (radius 1000 m). b) Orange og pink indikerer lokaliteter med hhv 81-85 % og 86-90 % løvskov (radius 750 m), og rødt indikerer lokalitet med den maximale løvskovdensitet (89 %) indenfor en radius af 750 m for alle løvskove i Danmark.

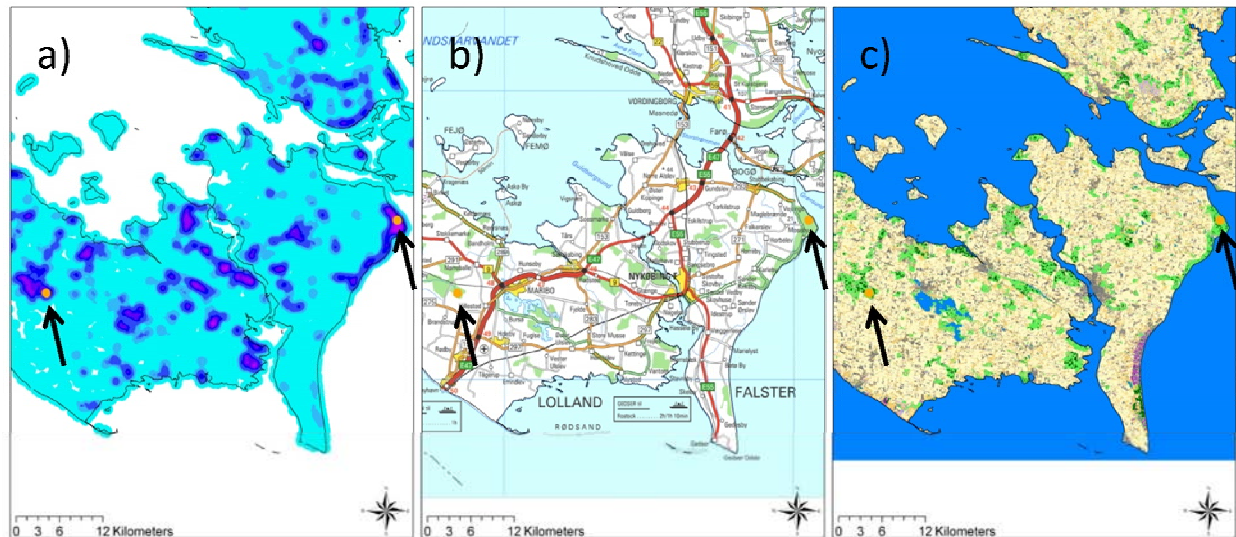
De sjællandske løvskovslokaliteter med lempede krav til frit stræk (81-85 % løvskov indenfor radius af 750 m) ses i Fig. 9 (Sønderskov, Store Bøgeskov og Stenskov), og tilsvarende typer løvskovsarealer ses i Fig. 10 for Lolland-Falster (Gammel Fredsskov samt Korselitse Østerskov).



Figur 8. Lokalteter på Møn med > 85 % løvskovsdække (radius 750 m) er indikeret med pink. a) Statsejet løvskov er angivet i grønt, og private skove i rødt. b) Hele skoven er privatejet.



Figur 9. Løvskovslokaliteter på Sjælland med 81-85 % dække indenfor en radius af 750 m er indikeret med orange polygoner og med sorte pile. Beliggenheden af en eksisterende flux station (Lille Bøgeskov) er indikeret med rød pil. a) Resultat af neighbourhood analyse (skovdensitet), b) oversigtskort og c) arealanvendelse (AIS, DMU-Århus Universitet). Fra vest mod øst ses skovene Sønderskov (v. Sorø), Store Bøgeskov samt Stenskov nord for Næstved.

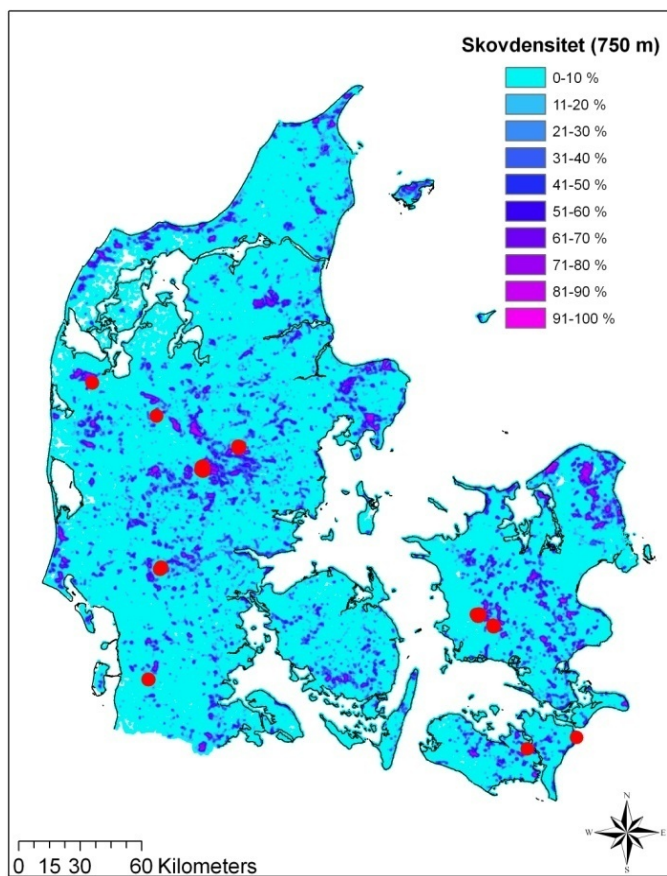


Figur 10. Løvskovslokaliteter på Lolland-Falster med > 80 % dække indenfor en radius af 750 m er indikeret med orange polygoner og med sorte pile. a) Resultat af neighbourhood analyse (skovdensitet), b) oversigtskort og c) arealanvendelse (AIS, DMU-Århus Universitet). Fra vest mod øst ses Gammel Fredsskov (del af Kristanssæde skov midt på Lolland) samt Korselitse Østerskov på Falsters vestkyst.

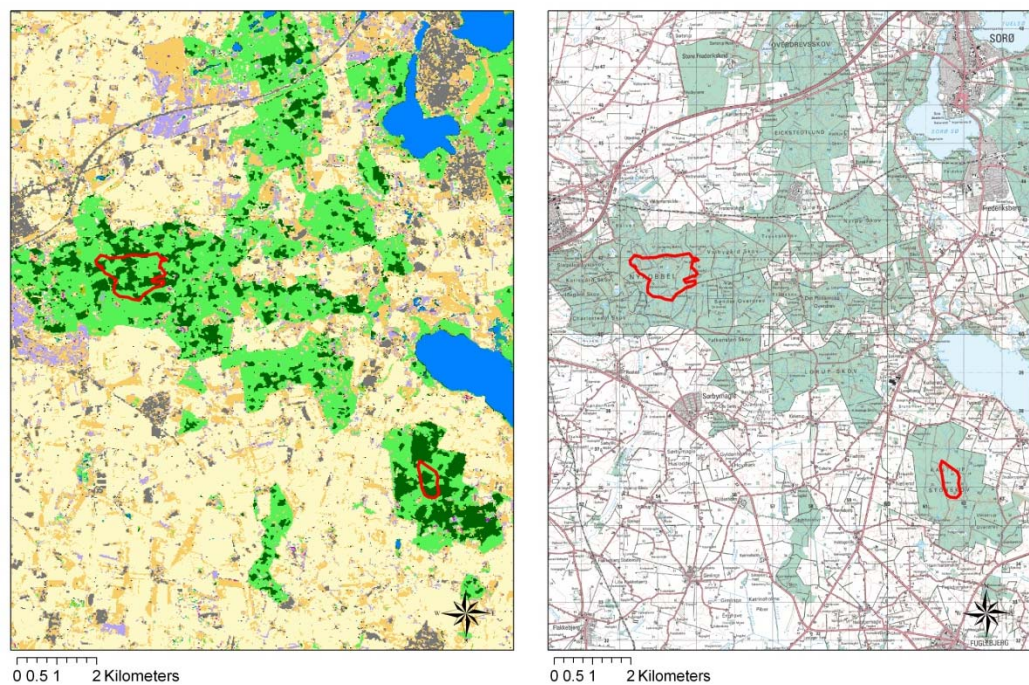
Blandet skov

Resultater af neighbourhood analyser (750 m radius) for blandet skov (løvtræer + nåletræer) ses i Fig. 11. Af disse lokaliteter er skovene i Jylland alle domineret af nåletræer og derfor ikke udsat for yderligere analyser. Der er dog 2 store blandede skove ved Slagelse på Sjælland, Nykøbbel skov og Kastrup Storskov, hvoraf især Nykøbbel Skov har en forholdsvis stor andel af løvskove. De 2 store blandede skove på Sjælland ses i Fig. 12.

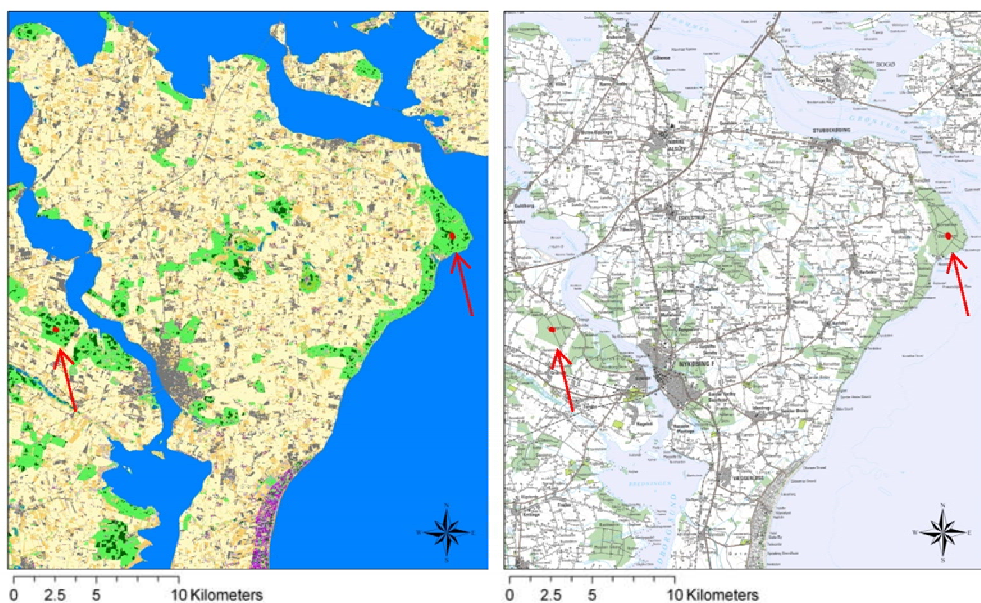
Derudover er der 2 store blandede skove på Lolland-Falster, hhv. Grænge skov på Lolland og Korselitse Østerskov på Falster (Fig. 13) som begge er domineret af løvskov.



Figur 11. Lokalteter med skovdensitet > 95 % (radius 750 m) uanset skovtype (blandet løvskog-nåleskog).



Figur 12. Lokalteter på Sjælland med høj densitet (96-100 %) af blandet skov indenfor en radius af 750 m. Løvskov ses med lys grøn og nåleskov med mørk grøn (tv).



Figur 13. Lokalteter på Lolland-Falster med høj densitet (96-100 %) af blandet skov indenfor en radius af 750 m. Løvskov ses med lys grøn og nåleskov ses med mørk grøn (tv).

Opsamling

Der er identificeret 2 stats-ejede bøgeskove, 2 løvskove der er delvist eget af staten, 6 private løvskove og 4 blandede skove med dominerende løvskovsdække. I alt er der identificeret 12 større skove da der er 2 sammenfaldende analyser for hhv Jægersborg Hegn (stor bøgeskov samt endnu større løvskov) og Korselitse Østerskov på Falster (stor løvskov samt endnu større blandet skov)

Tabel 2 viser en oversigt over de identificerede løvskovs-arealer i Danmark. Da alderen kun kendes for statsskovene er der indsat flyfotos fra 2008 for alle 12 skove i Appendix A. Flyfoto'ene kan bruges til at vurdere skovens modenhed (hvorvidt skoven er nyetableret eller veletableret), og de kan også bruges til at vurdere fordelingen af løvfældende træer og nåletræer i de blandede skove.

Terræn

Af de identificerede store skove, ses det at Klinteskov, Stenskov og Jægersborg Hegn har de største variationer i terræn hvilket betyder at de er mindre egnede til opstilling af en flux station. Det mest jævne terræn findes i Gammel Fredsskov på Lolland (81-85 % løvskov indenfor 750 m) samt i Korselitse Østerskov på Falsters vestkyst (81-85 % løvskov og 96-100 % blandet skov indenfor 750 m).

Bøgeskov

Bolderslev skov ved Kolding er den eneste bøgeskov der er ejet af staten og som muligvis er stor nok til at man kunne opstille en flux mast her. Skoven er en blanding af ny og gammel beplantning og densiteten af bøgetræer er kun 71-75 % indenfor en radius af 750 m.

Løvskov

De største og tætteste løvskove med mindst variationer i terræn er Gammel Fredsskov og Korselitse Østerskov på Lolland-Falster. På trods af at skovene er de største og tætteste har de dog "kun" 81-85 % løvfældende træer indenfor en radius af 750 m. Korselitse skov har dog 96-100 % blandet skov indenfor denne radius. Andre løvskove med 81-85 % densitet (750 m) og jævnt terræn er Sønderskov og Store Bøgeskov på Sjælland.

Blandet løvskov/nåleskov

De blandede løvskov-nåleskove udgør de største sammenhængende skovarealer med løvfældende træer. De 4 identificerede skove har alle 96-100 % skovdække indenfor en radius af 750 m. Korselitse Østerskov har det fladeste, mest homogene terræn og har i øvrigt 81-85 % løvskovsdensitet indenfor 750 m radius.

Til yderligere vurdering af skovenes potentielle egnethed henvises til flyfotos (Appendix A) evt i kombination med en ekskursion til enkelte skove, samt mere detaljerede analyser af krav til frit stræk for udvalgte lokaliteter.

Skov	Type	Ejerskab	Lokalitet	Densitet (1000 m)	Densitet (750 m)	Togografi (Højde og SD)	År for etablering af skov	Fig. nr
Jægersborg Hegn (1)	Bøgeskov	Staten	Nord Sjælland	< 70 %	75 %	23.4 7.4	1853-1989	4
Bolderslev skov	Bøgeskov	Staten	ved Kolding	< 70 %	71-75 %	29.2 4.7	1901-1996	5
Jægersborg Hegn (2)	Løvskov	Delvis statsskov	Nord Sjælland	< 80 %	81-85 %	23.4 7.4	1853-1989	4
Klinteskov	Løvskov	Delvis statsskov	Møns Klint	< 80 %	89 %	96.6 29.7	-	8a
Fanefjord skov	Løvskov	privat	Sydlig Møn	< 80 %	86-90 %	13.5 5.2	-	8b
Sønderskov	Løvskov	privat	ved Sorø	< 80 %	81-85 %	42.0 3.6	-	9
Store Bøgeskov	Løvskov	privat	ved Sorø	< 80 %	81-85 %	38.2 3.7	-	9
Stenskov	Løvskov	privat	ved Næstved	< 80 %	81-85 %	44.2 13.2	-	9
Gammel Fredsskov	Løvskov	privat	midt på Lolland	< 80 %	81-85 %	11.1 1.1	-	10
Korselitse Østerskov (1)	Løvskov	privat	Vest Falster	< 80 %	81-85 %	13.0 2.4	-	10
Nykobbelskov	Blandet skov	privat	Ved Slagelse	-	96-100 %	62.7 4.1	-	12
Kastrup storskov	Blandet skov	privat	Ved Fuglebjerg	-	96-100 %	44.6 3.4	-	12
Grænge skov	Blandet skov	privat	Lolland	-	96-100 %	8.3 3.5	-	13
Korselitse Østerskov (2)	Blandet skov	privat	Vest Falster	-	96-100 %	13.0 2.4	-	13

Tabel 2. Oversigt over identificerede potentielt bedst egnede løvskove med henblik på opsætning af en ICOS flux mast i Danmark.

Appendix A





















